

# Introducción a los Ensayos No Destructivos (END)



## Contenidos:

- Introducción a los END (NDT)
- Descripción de los métodos más comunes de END
- Aplicaciones y Ejemplos

# 1.- Introducción a los END

## DEFINICIÓN DE END:

“Utilización de técnicas no invasivas para la determinación de la integridad de un material, componente o estructura”

“Medida cuantitativa de algunas características de un objeto sin dañarlo”

Ej: Inspección visual de una pieza terminada



# 1.- Introducción a los END

## MÉTODOS DE END

Inspección Visual  
Líquidos Penetrantes  
Interferometría Láser  
Ultrasonidos  
Termografía  
Medición Magnética  
Rayos X  
Corrientes Inducidas  
Microscopía Acústica  
Microondas  
Partículas Magnéticas  
Emisión Acústica  
Réplicas

# 1.- Introducción a los END

## Algunas Aplicaciones de los END:

- Detección y evaluación de Grietas
- Detección de Fugas
- Determinación de Posición
- Medidas Dimensionales
- Caracterización de Estructura y Microestructura.
- Estimación de Propiedades mecánicas y físicas
- Medidas de Deformación
- Determinación de Composición Química



# 1.- Introducción a los END

**¿Dónde y Cuándo  
se utilizan los END?**

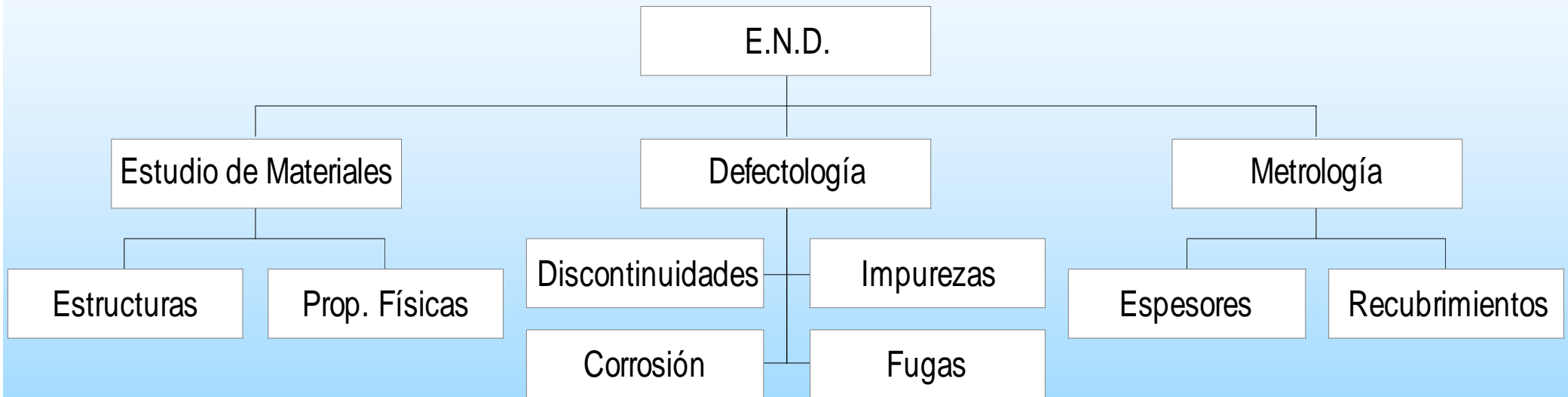


**En cualquier etapa  
del ciclo de vida**

- Como ayuda en la etapa de Desarrollo.
- Control y Medida en la Recepción de materiales.
- Monitorización y control durante la Fabricación.
- Verificación de resultados de un Proceso (Ej.: Tratamiento térmico).
- Comprobación del Montaje.
- Inspección de daños en Servicio.

# 1.- Introducción a los END

## CLASIFICACIÓN SEGÚN SU UTILIDAD

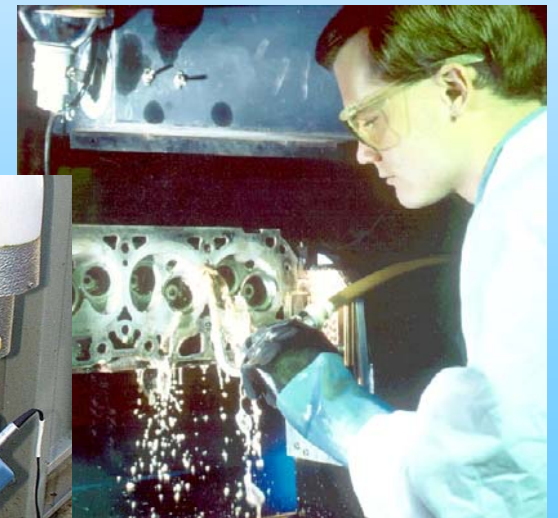




## 2.- Descripción de los END

### MÉTODOS MÁS COMUNES DE END:

- ★ **Inspección visual** (UNE-EN 13018:2001)
- ★ **Líquidos Penetrantes** (UNE-EN ISO 3452-2:2008)
- ★ **Partículas Magnéticas** (UNE-EN ISO 9934-1:2002)
- ★ **Ultrasonidos** (UNE-EN 583-1:1999)
- ★ **Corrientes Inducidas (Eddy currents)**  
(UNE-EN 12084:2001)
- ★ **Rayos X** (UNE-EN 13068-1:2000)





## 2.- Descripción de los END

### ★ INSPECCIÓN VISUAL



El método más básico y frecuente. Herramientas: fibroscopios, boroscopios, lupas, espejos, etc.



En lugares peligrosos o muy pequeños (gaseoductos, reactores, tuberías) se usan robots motorizados

En grandes recipientes (tanques, cisternas, oleoductos), se usan videos portátiles con zoom



## 2.- Descripción de los END

### ★ LÍQUIDOS PENETRANTES

Líquido de fácil mojado superficial

Aplicar sobre la superficie

Tiempo

Capilaridad

Infiltración en los defectos superficiales



Retirar exceso de líquido de la superficie, no de los defectos



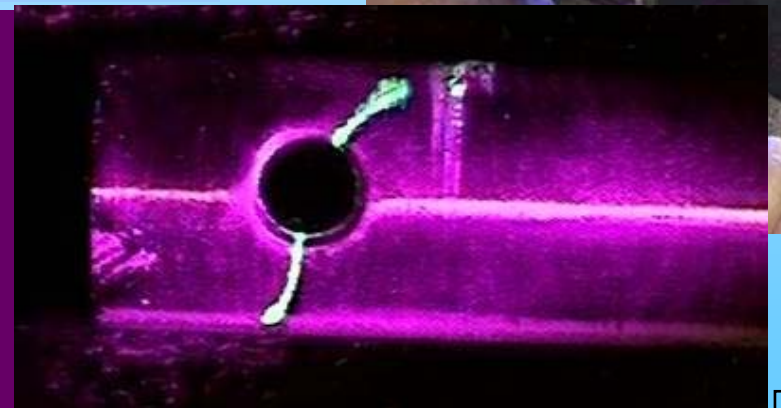
Aplicar revelador (spray en polvo)

Extrae el penetrante de los defectos

Inspección visual



Podemos usar una carga fluorescente e inspeccionar con un luz ultravioleta



## 2.- Descripción de los END

### ★ PARTICULAS MAGNÉTICAS

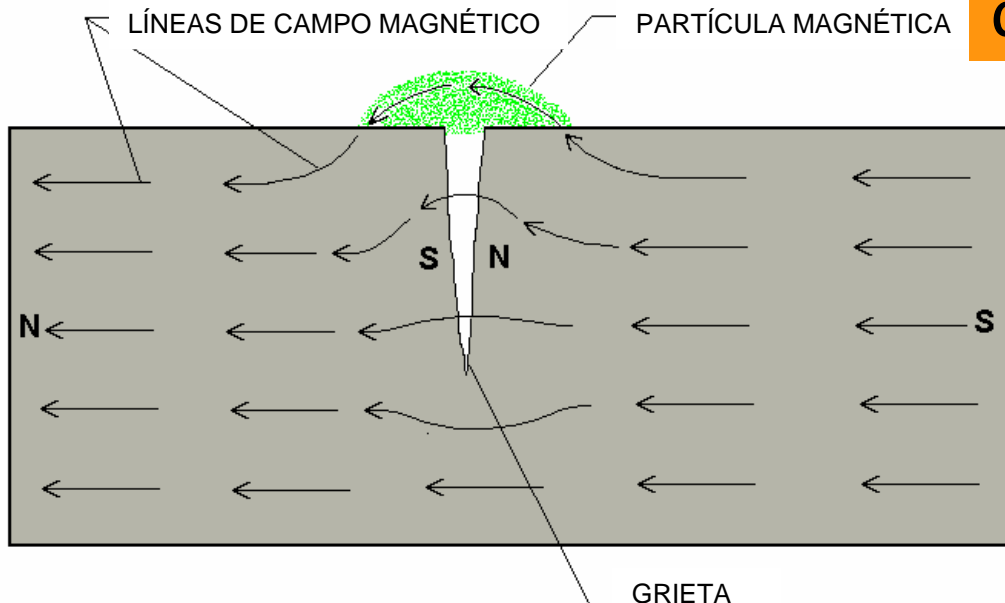
Magnetizar  
la pieza a  
verificar

Aplicar partículas de  
Fe con pigmento  
fluorescente

Acumulación los  
límites de las  
discontinuidades

Flujo magnético  
en las  
discontinuidades

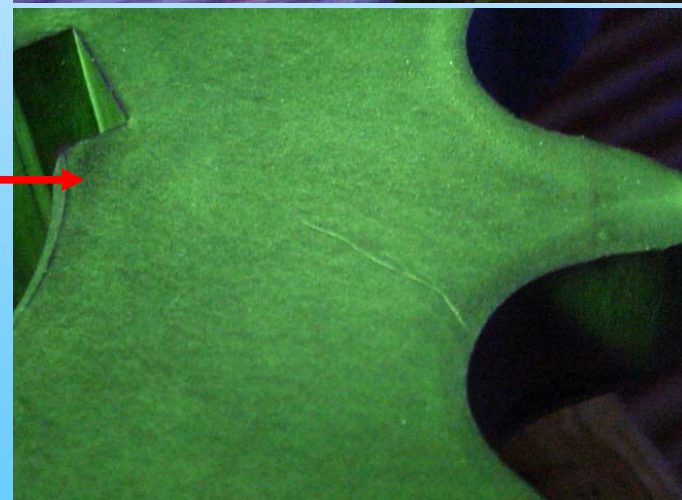
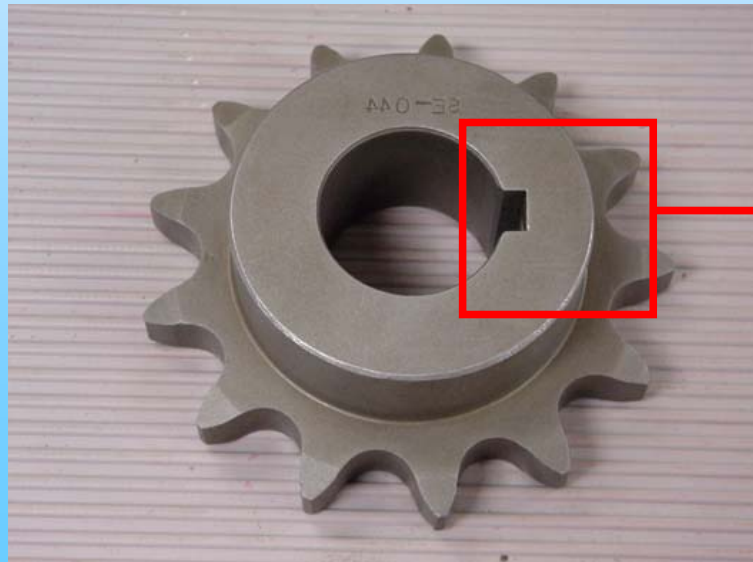
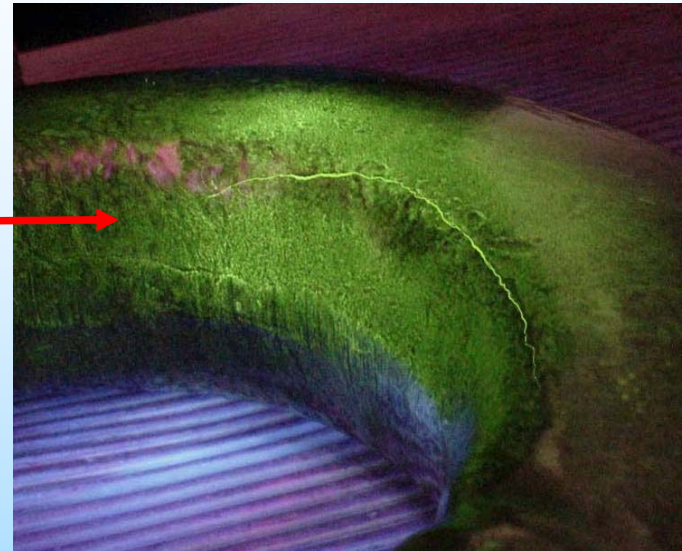
Inspección  
visual con luz  
ultravioleta





## 2.- Descripción de los END

### \* PARTÍCULAS MAGNÉTICAS



## 2.- Descripción de los END

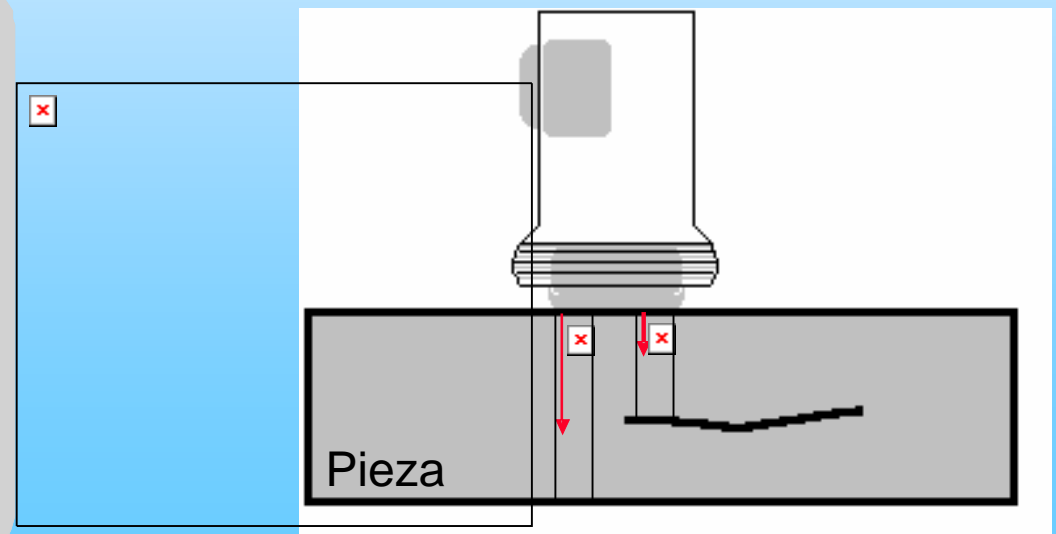
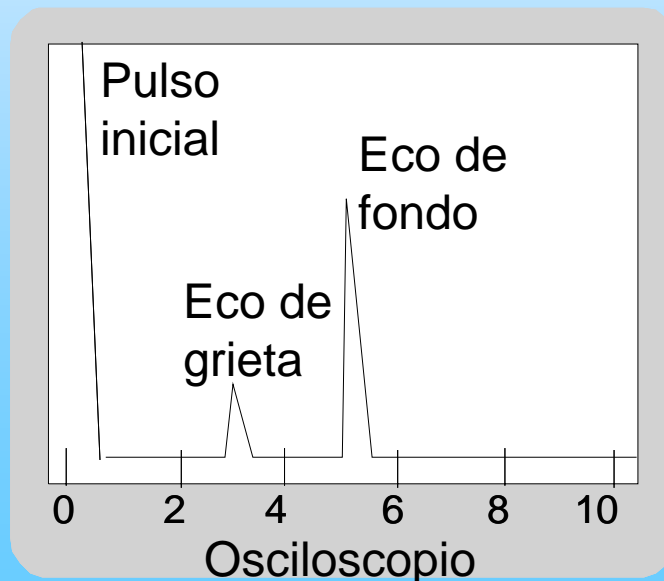
### ★ ULTRASONIDOS (PULSO-ECO)

Onda sónica de  
alta frecuencia  
en el material

El sonido rebota en  
las paredes y grietas

Ecos  
Reflejos

La energía del sonido reflejado se  
representa en función del tiempo/distancia



## 2.- Descripción de los END

### ★ ULTRASONIDOS

Se puede obtener una imagen de alta resolución con las señales obtenidas, mediante software de control de escaneado.

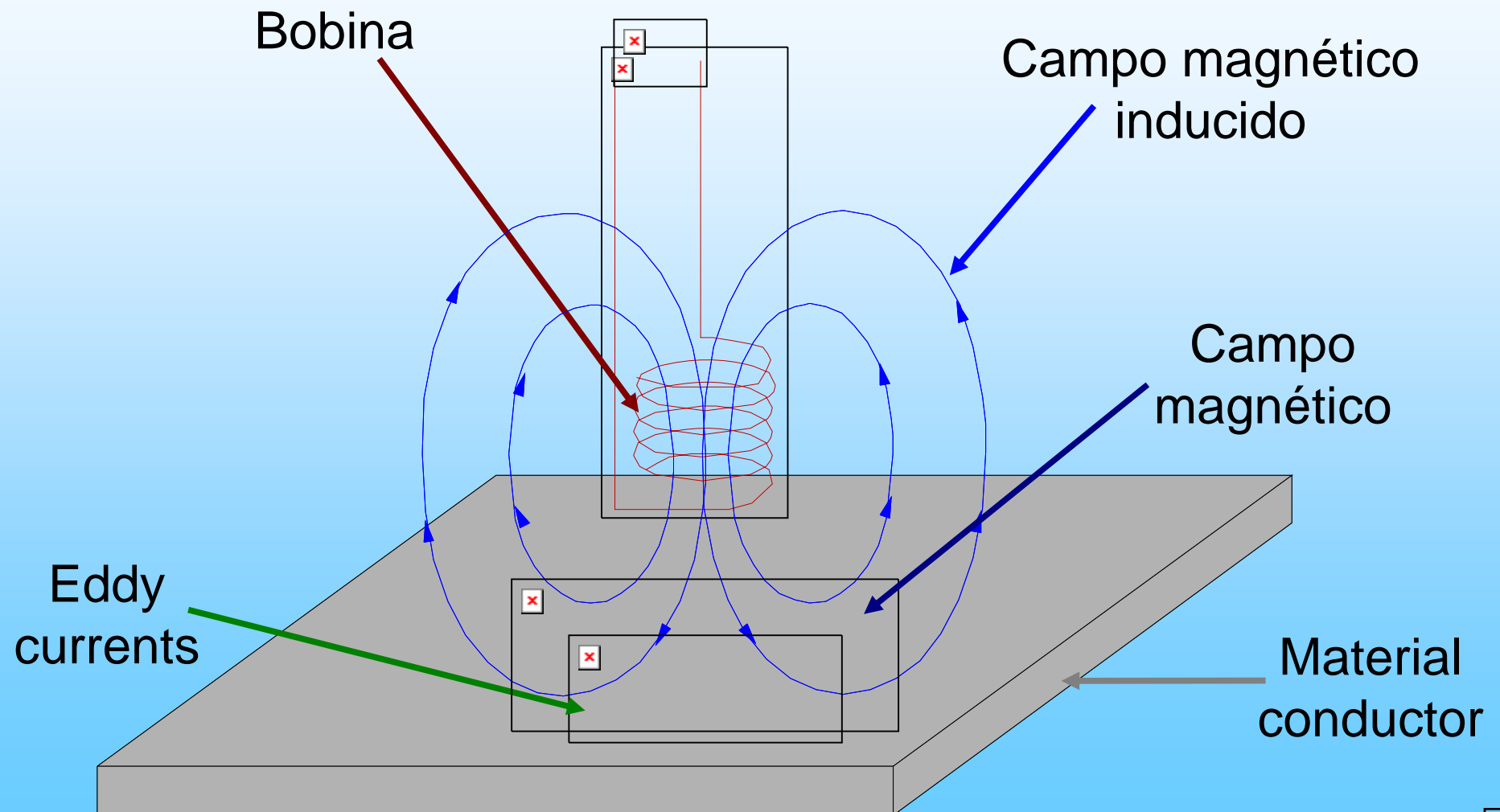


Imagen en escala de grises producida por los ecos sónicos reflejados en el fondo de una moneda



## 2.- Descripción de los END

### ★ CORRIENTES INDUCIDAS (EDDY CURRENT)



## 2.- Descripción de los END

### ★ CORRIENTES INDUCIDAS

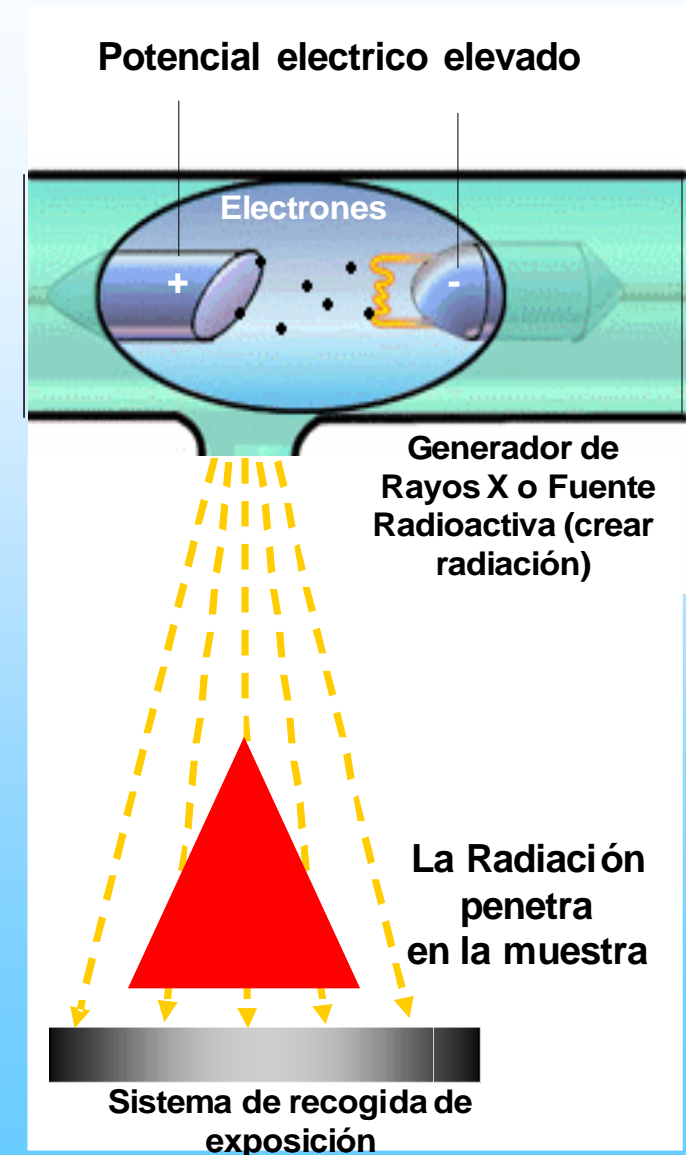
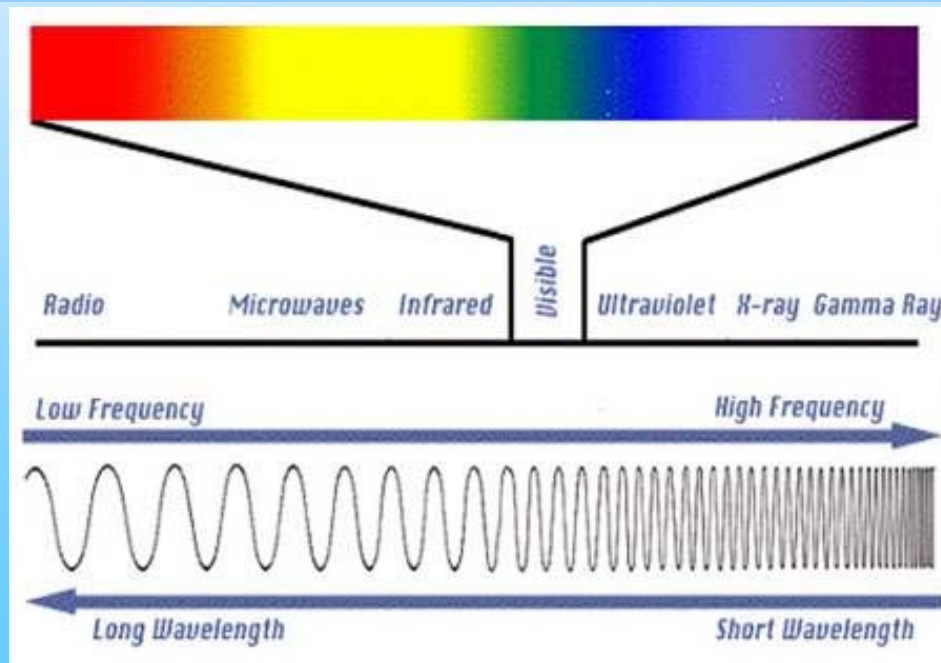
- ✓ Detección de grietas superficiales.
- ✓ Determinación de conductividad eléctrica
- ✓ Medición de espesor de capas de recubrimiento



## 2.- Descripción de los END

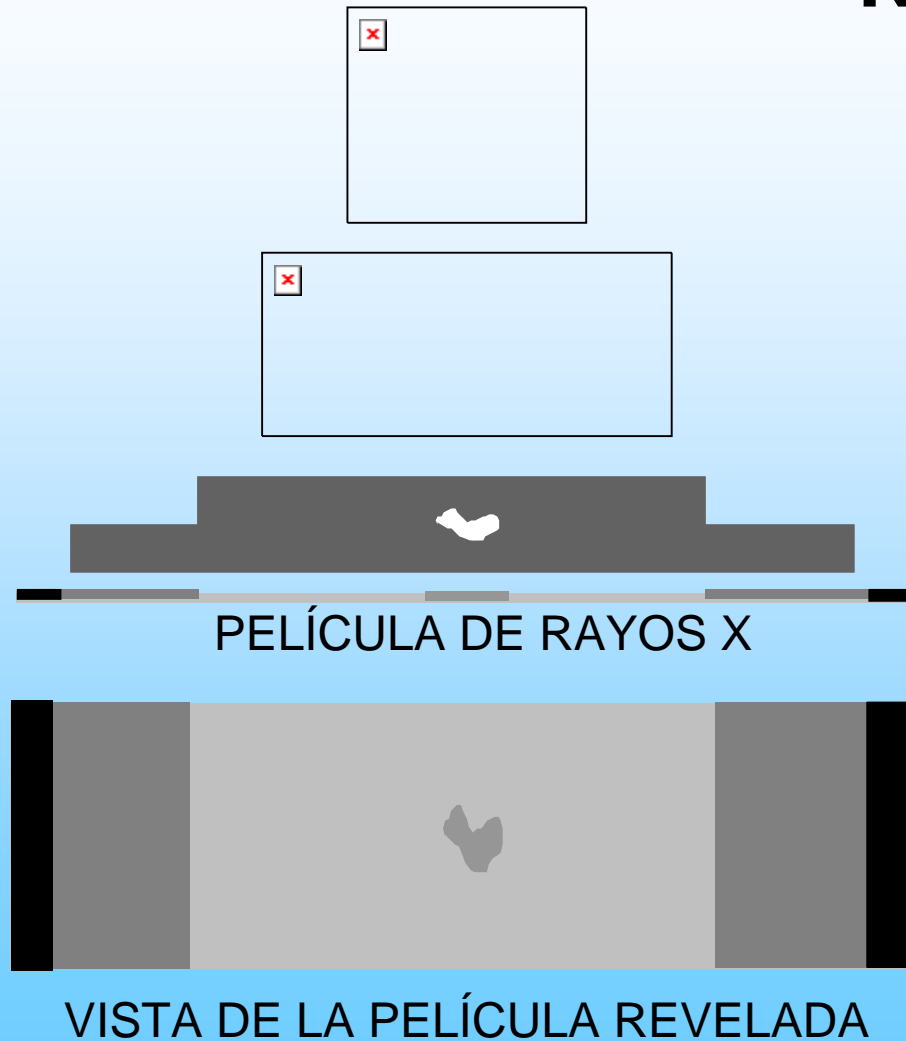
### ★ RAYOS X

- ✓ Radiación de alta energía, alta frecuencia, longitud de onda corta.
- ✓ Puede obtenerse de un generador de Rayos X o de una fuente radioactiva (Rayos gamma).



## 2.- Descripción de los END

### ★ RAYOS X



Pieza entre fuente de radiación y película

Pieza absorbe radiación según espesor y densidad

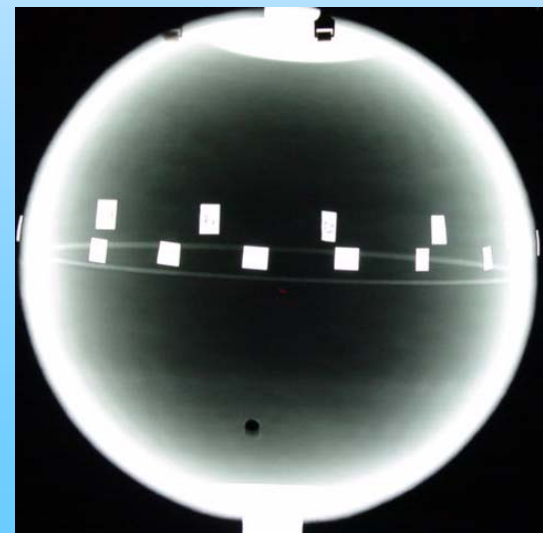
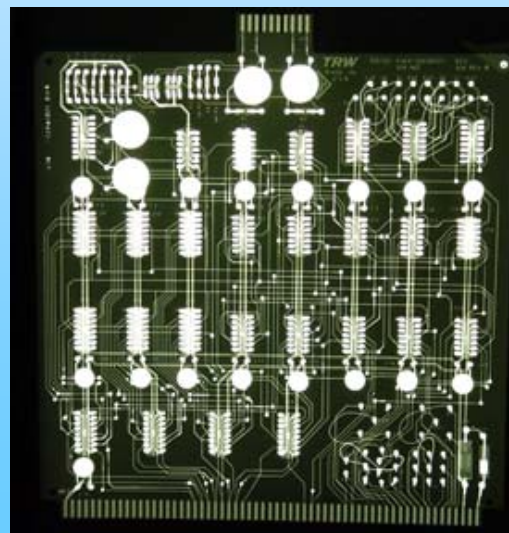
El velado de la película depende de la cantidad de radiación que atraviese la pieza

 = MENOS EXPUESTA

 = MÁS EXPUESTA

# 2.- Descripción de los END

## ★ RAYOS X



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## APLICACIONES USUALES DE LOS END:

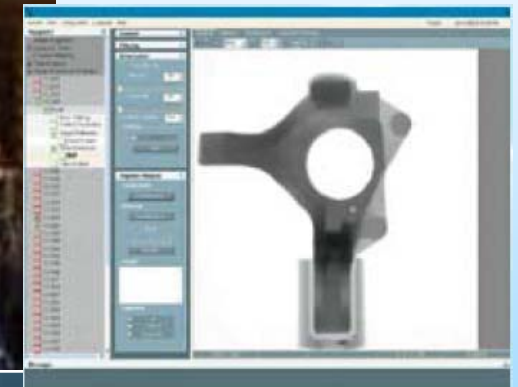
- ★ Inspección de Materias Primas.
- ★ Inspección de Materiales en Proceso de Fabricación.
- ★ Inspección de Daños en Servicio.



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ INSPECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

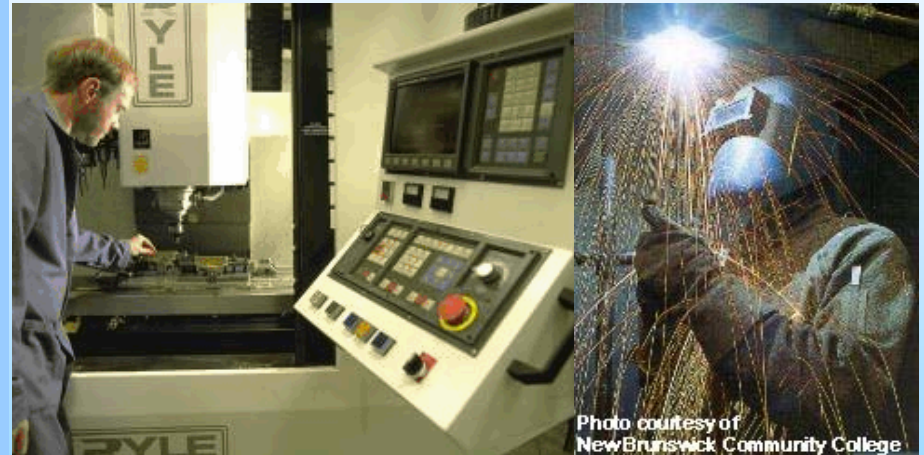
- Forja.
- Fundición.
- Extrusión.
- Etc.



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## \* INSPECCIÓN DE MATERIALES EN PROCESO DE FABRICACIÓN

- Mecanizado.
- Soldadura.
- Pulido.
- Tratamiento Térmico.
- Placado.
- Etc.



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ INSPECCIÓN DE DAÑOS EN SERVICIO

- Agrietamiento.
- Corrosión.
- Erosión/Desgaste.
- Fatiga térmica.
- Etc.



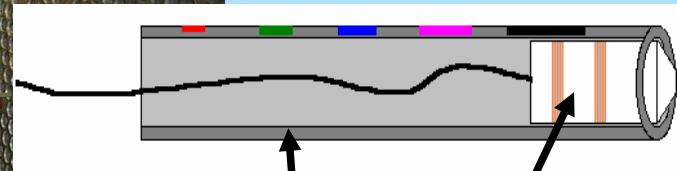


# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

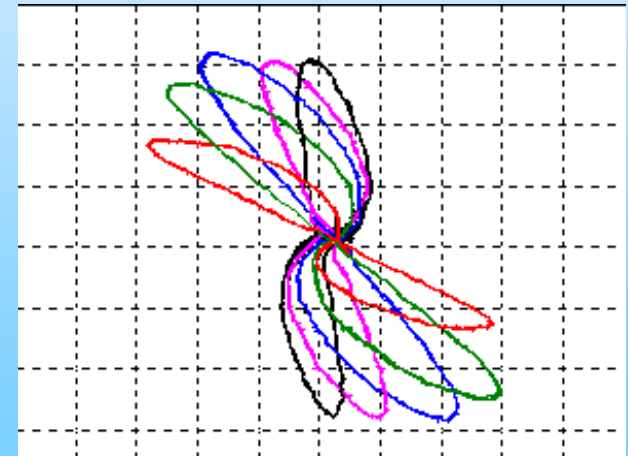
## ★ PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA



Periódicamente, las plantas se paran para su inspección. Las corrientes inducidas pueden detectar daños por corrosión en el interior de los tubos de los intercambiadores



Tubo con daño



Señales de los diferentes niveles de corrosión

# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ INSPECCIÓN DE CABLES

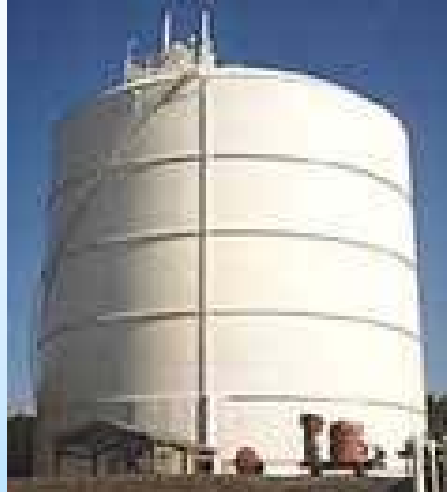
Los sistemas electromagnéticos y la inspección visual se usa en la detección de alambres rotos en cables de transbordadores, telecabinas, grúas, ascensores.



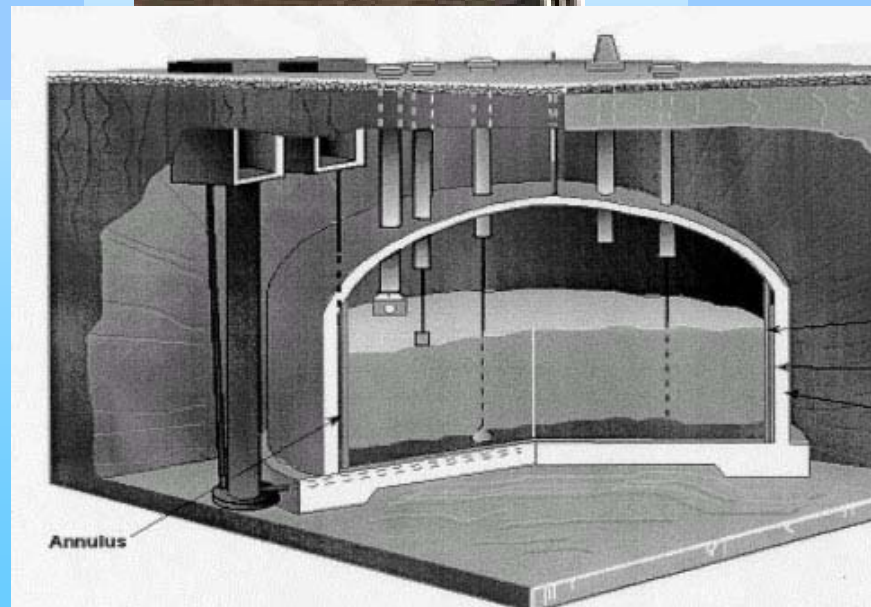
# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ INSPECCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

- Robots con ultrasonidos las paredes de los tanques: deslaminaciones, pérdidas de espesor por corrosión



- Brazos articulados con cámaras para tanques enterrados.





# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## \* INSPECCIÓN DE APARATOS A PRESIÓN

Para evitar fallos se inspeccionan por ultrasonidos, Rayos X, Rayos gamma.

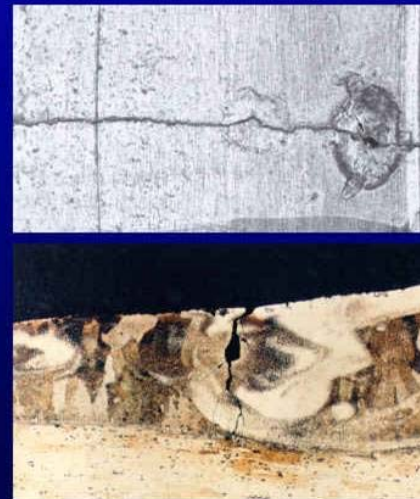


# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ INSPECCIÓN AERONÁUTICA



- Usados de forma masiva durante la fabricación de la aeronave.
- Durante la vida útil para localización de daños.

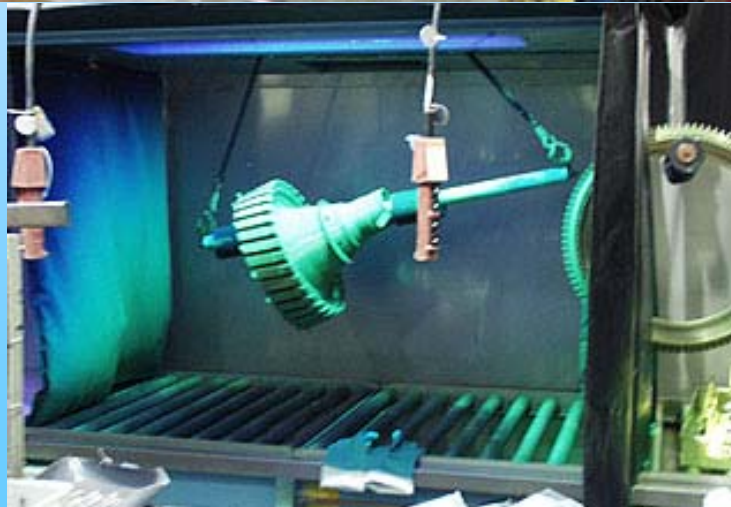


Grieta por fatiga iniciada en el remache de una ventanilla.



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

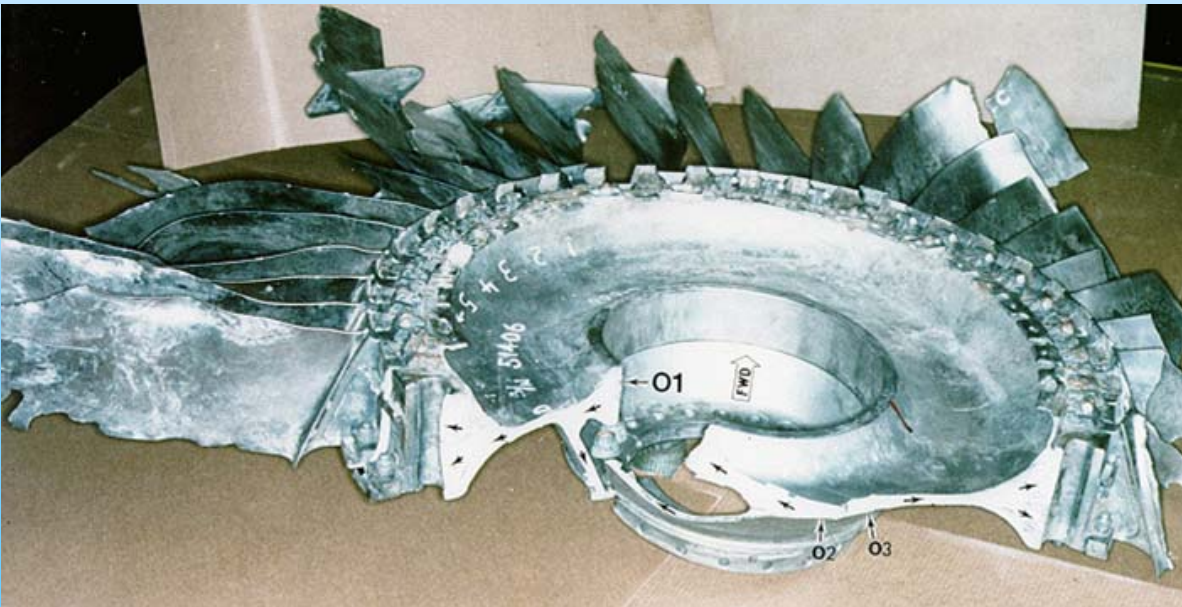
## ★ INSPECCIÓN DE UN TURBORREACTOR



- Los turborreactores son revisados completamente después de un tiempo de servicio: se desarman, limpian, inspeccionan y se montan de nuevo.
- Los líquidos penetrantes nos permiten detectar grietas en muchos componentes.

# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ Accidente en Vuelo United 232 (Iowa, 19/07/1989)



Un defecto no detectado en el rodete de una turbina fue la causa del accidente.



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## \* INSPECCIÓN DE FERROCARRILES

Un vagón especial es capaz de revisar km de raíles para la detección de grietas que puedan causar descarrilamientos



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ INSPECCIÓN DE PUENTES

- La corrosión, agrietamientos y otros pueden afectar el comportamiento de los puentes.
- Cada dos años se realiza una inspección visual.
- Algunos puentes tienen sensores de emisión acústica que “oyen” como crecen las grietas.

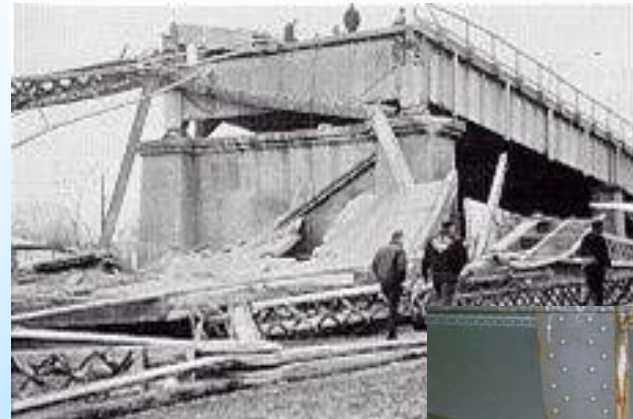


Photo Courtesy of Physical Acoustics Corporations



# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## \* INSPECCIÓN DE TUBERÍAS

Para prevención de fugas y daños medioambientales en oleoductos: Inspección visual, Rayos X, y ensayos electromagnéticos.



INSPECCIÓN POR FLUJO MAGNÉTICO. Un equipo conocido como “pig” se introduce por el tubo, recogiendo datos de la pared, desplazándose con el fluido



RADIOGRAFÍA DE JUNTAS SOLDADAS



INSPECCIÓN INTERIOR CON ROBOT CON CÁMARA Y LUCES

# 3.- Aplicaciones y Ejemplos

## ★ MEDICIONES ESPECIALES

Empleados de Boeing en Filadelfia evaluaron la “Liberty Bell” utilizando corrientes inducidas para medir la conductividad eléctrica del bronce de la campana en varios puntos y evaluar su uniformidad.



# Más Información

- [www.ndt-ed.org](http://www.ndt-ed.org) (Non Destructive Testing)
- [www.asnt.org](http://www.asnt.org) (American Society for Non Destructive Testing)
- [www.aend.org](http://www.aend.org) (Asociación Española de Ensayos No Destructivos)